

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-324622

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl.

G09B 13/02

G06F 3/03

G09B 9/00

(21)Application number : 05-109528

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 11.05.1993

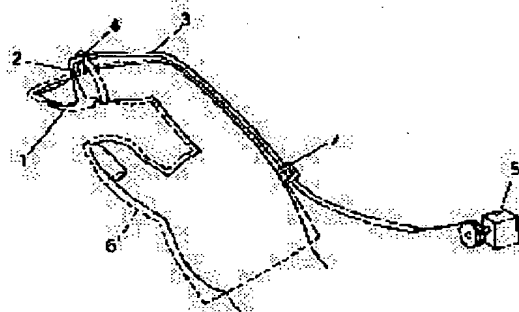
(72)Inventor : TSUCHIYAMA YOSHIRO  
OZEKI MASATAKA  
MATSUI KEIZO  
ITO YOSHITERU

## (54) FORCE SENSE INDICATION DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the finger force sense indication device which is small in size and lightweight and has a wide movable range.

**CONSTITUTION:** A member 1 which is applied to the surface of a flexible glove that the pad surface of a finger can comes into contact with, a wire 2 which draws this member in the opposite direction from the bending of the finger, and a member 4 for fixing part of a tube 3 freely guiding the wire 2 are fitted outside the flexible glove put on the finger and the tube 3 which guides the wire 2 is extended from the glove 6, and the wire 2 is taken out of the opposite end of the tube 3 from the glove 6 and a means 5 which takes up the wire 2 is provided. The take-up means 5 consists of a DC electric motor and is driven with a current corresponding to a force sense. In another way, a pressure detecting means 8 is provided between the finger and the member 1 applied to the finger pad and take-up torque is controlled so that the detected pressure becomes equal to a target force sense.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

[JP,06-324622,A]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The inner-force-sense presentation equipment characterized by to have the supporter material which is pressed against human being's predetermined part directly or indirectly, and which presses, is connected to a member and supports a part of member, this wire for [ the ] pressing and forcing a member on the predetermined aforementioned part side and tube to which it shows the wire free, and its tube by pressing, and a wire rolling-up means for the wire guided with the aforementioned tube being connected and rolling round the wire.

[Claim 2] Inner-force-sense presentation equipment characterized by pressing and attaching a member, supporter material, the wire, and the tube in the outside of a glove.

[Claim 3] A wire rolling-up means is inner-force-sense presentation equipment according to claim 1 or 2 characterized by passing the current proportional to the amount of the inner force sense which drives by the direct current motor and it is going to show to the aforementioned direct current motor.

[Claim 4] It is inner-force-sense presentation equipment according to claim 1 which the pressure detection means for detecting the pressure which then, presses and is applied between a member and the field of the aforementioned glove is established, and is characterized by driving the aforementioned wire rolling-up means based on the difference of the inner force sense which it is going to show, and the detection value of the force by the aforementioned pressure detection means.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention impresses the virtual body as data in the interior of a computer as if it existed in an operator, and it relates to inner-force-sense presentation equipment applicable to the technology in\_which of the object object at the technology in\_which of the user-friendliness of a product etc. can experience in advance, a distant place, etc. can operate while sensing that there is an operator at hand etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 6 is drawing showing the input method from a hand or a finger, and the composition of the false experience equipment by image display equipment. In fact, this operates with a finger the body which does not exist and experiences the user-friendliness etc. in advance. That is, an operator 20 carries the system glove 10 for an information input so that a machine can read the position data of a finger. As a system glove 10 for an information input, there is a data globe of U.S. V.P.L.Research (it is hereafter called VPL) etc. By the data globe of VPL sewing an optical fiber into the usual thin glove, and bending a finger, an optical fiber bends and the degree of light transmission of an optical fiber detects the angle of bend of a finger strangely using turning \*\*. Thus, the mechanical position data of the obtained finger are sent to the contact calculation means 12. With the contact calculation means 12, the physical relationship of a finger and a body is calculated by calculating the position of the virtual body configuration data 15 and a finger. For example, when a finger is in the interior more minutely than the front face or front face of a virtual body, it is a time of touching the virtual body, and the field to touch is able to lift and etc. operate two or more virtual bodies at a certain time. Thus, the physical relationship of the obtained virtual body and a finger is expressed as the display means 14 as a picture through the picture creation means 13, and can make an operator 20 know the physical relationship of one's finger and a virtual body. Thus, an operator 20 can realize operating a virtual body with a finger.

[0003] The position method of detection by such optical fiber has few portions which restrain the movement of operator 20 finger and an arm, and can offer the positional information of a wide range finger.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when detecting the positional information of a finger and operating a virtual body, an operator needs to check the physical relationship in which a finger carries out a virtual body pair from a display means, and cannot use the force sense (inner force sense) currently used when human being generally operates a body. For this reason, for the operator, it was difficult to sense that the virtual body exists and it is operated.

[0005] On the other hand, what is proposed as a means to show an inner force sense now gives an operator a master manipulator, and some methods of carrying out the force control of the manipulator are proposed (: besides Iwata " virtual reality corresponding to the force sense -- development" of multi-dimension force-sense feedback equipment the 5th human ITA face symposium, 1989). Moreover, Sato and others stretched thread to space, and made the intersection of thread operate it, and the method of giving an inner force sense by the tension of thread is proposed (88 : "interface device [ for a virtual workspace ] -SPIDAR [ - ]" \*\*\*\* technique besides Sato, PRU- 1989). However, all will become large-scale equipment or the technical problem of flexibility decreasing occurs.

[0006] In consideration of the technical problem of such a Prior art, this invention can sense an inner force sense and aims at offering the inner-force-sense presentation equipment and the inner-force-sense control method of moreover serving as compact equipment.

[0007]

[Means for Solving the Problem] this invention is inner-force-sense presentation equipment equipped with the supporter material which is pressed against the predetermined field of a flexible glove and which

presses, is connected to a member and supports a part of member, this wire for [ the ] pressing and forcing a member on a finger side and tube to which it shows the wire free, and its tube by pressing, and the wire rolling-up means for the wire guided with the tube being connected and rolling round the wire.

[0008] Moreover, the means which can control the rolling-up torque of a rolling-up means to any value is established. It controls to become specifically equal to the inner force sense which the wire tension in which the 1st pulls a finger tends to give, and the force concerning a finger controls the 2nd to become equal to the inner force sense which it is going to give.

[0009]

[Function] A finger is pulled by the field of the inside of a finger pressing the wire rolled round by the rolling-up means via guidance by the tube, and pulling a member. Thereby, the inside of a finger can sense the reaction force by pushing the virtual body.

[0010] Moreover, the reaction force given to the portion of the inside of a finger is controllable to a desired value through a wire by controlling the rolling-up torque of a rolling-up means to a desired value.

[0011] Moreover, the reaction force given to the portion of the inside of a finger is controllable to any value by pulling a wire based on the difference of the member which pulls a finger, the amount of inner force senses obtained from the detection means of the force between the inside of a finger, and the amount of inner force senses which it is going to give.

[0012]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing.

[0013] Drawing 1 is the front view showing one example of the inner-force-sense presentation equipment which is invention of the 1st of this invention. In this front view, the portion of a glove 6 is drawn with the dashed line as a transparent thing so that it may be easy to understand relation with a finger. That is, the actual glove 6 is on the surface of a finger like a dashed line, and each part material shown in drawing is carried on it. In this example, in order to clarify a principle more, the example carried out only in the portion of the 1st joint of the forefinger is shown. The same thing is possible even if it is other fingers or other joints. in order [ then, ] to make the portion of the inside of the forefinger contact -- pressing -- a member 1 -- preparing -- the -- it presses, and a member 1 can be pulled now with a wire 2 so that it can push in the rectangular direction mostly to the inside of a finger A wire 2 is guided along with the back of a hand through the interior of a tube 3 in the front face of a glove 6, after going via the fixture material 7, it dissociates from a glove 6, and it is guided in the direction of a motor 5. A motor 5 takes out and rolls round a wire 2 from a tube 3. Moreover, the supporter material 4 performs support at the time of pressing, while fixing a tube 3 to a glove 6, and pressing a member 1 against the inside of a finger. In order to make the motor 5 for rolling up roll round a wire 2, the supporter material which fixes a tube 3 is required like a glove 6 side (illustration ellipsis). In addition, a flexible thing of low friction like a fluororesin as the quality of the material of a tube 3 is suitable.

[0014] Drawing 2 is the block diagram showing the example of 1 composition of the circuit for enforcing the inner-force-sense control method by this invention. The target inner-force-sense value determined from an inner-force-sense setting means 18 to calculate inside a computer based on body configuration data and the position data of a hand is inputted into the inner-force-sense control circuit 17. At the inner-force-sense control circuit 17, by the operation amplifying circuit 51 and resistance 52, a voltage current conversion circuit is constituted and the motor 5 for rolling up is driven with fixed current. Since the motor 5 for rolling up is a direct current motor, the torque proportional to current can occur, a wire 2 can be pulled with fixed torque, and a fixed inner force sense can be given to the inside of a finger.

[0015] Drawing 3 is the front view showing the 2nd example of the inner-force-sense presentation equipment which is invention of the 1st of this invention. The portion of a glove 6 is drawn with the dashed line as a transparent thing so that relation with a finger may be easier to understand this front view. Also in this example, in order to clarify a principle more, the example carried out only in the portion of the 1st joint of the forefinger is shown. The place which presses and pulls a member 1 with a wire 2 is the same as the case of drawing 1. In drawing 3, it presses, a pressure sensor 8 is attached between a member 1 and a glove 6, and it can be made to carry out direct detection of the pressure which is equivalent to the inside of a finger. As a pressure sensor 8, a pressure-sensitive electrical conductive gum etc. is possible, for example. If a pressure-sensitive electrical conductive gum applies a pressure, resistance will fall remarkably. The information on a pressure sensor 8 is sent to the inner-force-sense control circuit 17 shown in drawing 4, and control of inner-force-sense presentation realizes it by driving the motor 5 for rolling up.

[0016] Drawing 4 is the configuration block view showing the 2nd example of the circuit which enforces the inner-force-sense control method by this invention. The target inner-force-sense value determined from an inner-force-sense setting means 18 to calculate inside a computer based on body configuration data and the position data of a hand as drawing 2 explained is inputted into the inner-force-sense control

circuit 17. The operation amplifying circuit 53 and resistance 54 constitute the control circuit from the inner-force-sense control circuit 17. In the case of the force in which the detection result of a pressure sensor 8 is larger than a setting inner force sense, the resistance of the ends of a pressure sensor 8 becomes small, and the voltage of the inversed input terminal of an operational amplifier 53 rises. Consequently, the output of the operation amplifying circuit 53 declines. Consequently, the driver voltage of the motor 5 for rolling up falls, and rolling-up torque decreases. Therefore, the force which pushes and pulls a member 1 also declines and the detection pressure of a pressure sensor 8 also declines. Conversely, when the detection pressure of a pressure sensor 8 is smaller than a setting inner force sense, the rolling-up torque of the motor 5 for rolling up is made to increase by this reverse principle. Consequently, the rolling-up torque of the motor 5 for rolling up balances in the place where the detection pressure of a pressure sensor 8 and the setting inner force sense of the inner-force-sense setting means 18 become equal. In addition, in this inner-force-sense control circuit, compensation arithmetic circuits, such as a PID operation for improving the stability of a control circuit and high-speed responsibility, are omitted.

[0017] Drawing 6 is a perspective diagram in the example of drawing 1 and drawing 3 which contacts to the inside of a finger and in which pushing against and showing the example of composition of a member 1. forcing in these examples -- a member 1 is a ring-like configuration, the front left is a fingernail side on the basis of space, and a \*\*\*\* side is a root side of a finger As shown in drawing 6, the dish portion (a) of a balance is equivalent to the portion which forces the inside of a finger. Moreover, the portion of (a) can be pressed against the inside of a finger by attaching and pulling a wire 2 into a upside (b) portion. Moreover, what is necessary is just to carry a pressure sensor 8 in the portion of (a), in order to make it correspond to the example in drawing 3. When a pressure sensor 8 is a pressure-sensitive electrical conductive gum, it is possible by pushing, preparing the confrontation electrode of the eye type of one pair of combs between a member 1 and a pressure sensor, and measuring inter-electrode resistance to detect a pressure.

[0018] In addition, not only the above-mentioned example but other fields are sufficient as the field of the glove with which this invention presses and a member is pressed.

[0019] Moreover, not only the above-mentioned motor but other driving means are sufficient as a wire rolling-up means.

[0020] Moreover, this invention cannot be overemphasized by that it is possible to apply not only to a finger but to an arm, a leg, etc. although this invention shows the example in the system which gives a feeling of operation to a finger.

[0021] In addition, in the example of this invention, although reference was not made especially about detection of bending of a finger, in the method of this invention, the glove used as the method or product already known using an optical fiber which was mentioned above etc. can be used about detection of bending of a finger. And in the case of this invention, attaching in such a glove etc. easily is possible, this invention cannot limit the composition for a bending detecting element, but can apply it to parts for a various detecting element, and the use range is also latus.

[0022]

[Effect of the Invention] As explained above, this invention can present the inner force senses in the case of grasping the virtual body etc. with a sufficient precision by the comparatively easy method, and the operation feeling can be investigated without actually making a body, and it can realize easily remote operation of the body which the hand of a distant place or human being does not reach.

[0023] Since it is possible especially to make a hand portion lightweight by this invention, it has the effect that the burden to a hand can be reduced.

[0024] Moreover, a glove can be equipped with an inner-force-sense presentation portion, and the winding portion of a wire is attached in an operator's waist etc., and since operation is possible, without the mechanical connection between a wire and a computer being less necessary for an operator, and being conscious of a wire, since it is also possible to drive a motor by the cell, presence can be raised further.

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the front view showing the composition of a finger portion among the first example of the inner-force-sense presentation equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram of the control circuit of the first example of the inner-force-sense presentation equipment of this invention.

[Drawing 3] It is the front view showing the composition of the finger portion of the second example of the inner-force-sense presentation equipment of this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram of the control circuit of the second example of the inner-force-sense presentation equipment of this invention.

[Drawing 5] It is the perspective diagram in one example of the inner-force-sense presentation equipment of this invention in which pushing against and showing the example of composition of a member.

[Drawing 6] It is the block diagram of conventional false experience equipment.

[Description of Notations]

1 ... It presses and is a member.

2 ... Wire

3 ... Tube

4 ... Supporter material

5 ... Motor

6 ... Glove

8 ... Pressure sensor

12 ... Contact calculation means

17 ... Inner-force-sense control circuit

18 ... Inner-force-sense setting means

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-324622

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 B 13/02				
G 0 6 F 3/03	3 1 0 Y	7165-5B		
G 0 9 B 9/00				

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-109528

(22) 出願日 平成5年(1993)5月11日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 土山 吉朗

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 尾関 正高

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 松井 敬三

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松田 正道

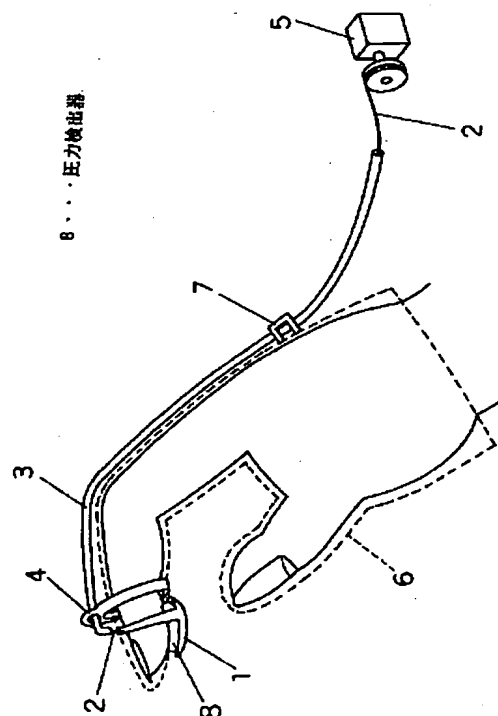
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 力覚呈示装置

(57) 【要約】

【目的】 小型軽量で可動範囲の広く取れる手指用力覚呈示装置を提供すること。

【構成】 柔軟な手袋の手指の腹の面などの接触可能な面に当てる部材1、この部材を手指の曲げと反対方向に引っ張るワイヤ2、ワイヤ2を自在に案内するチューブ3の一部分を固定する部材4を、手指に装着する柔軟な手袋6の外側に取り付け、ワイヤ2を案内するチューブ3を手袋6より延長し、チューブ3の手袋6とは逆の端よりワイヤ2を取り出し、ワイヤ2を巻取る手段5を設ける。巻取り手段5は、直流電動機で構成し、力覚に対応した電流で駆動する。もしくは、手指と手指面に当てる部材1の間に圧力検出手段8をもうけ、検出圧力が目標力覚と等しくなるように巻取りトルクを制御する。





(2)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 人間の所定の部位に直接又は間接的に押し当てられる押し当て部材と、この押し当て部材に接続され、その押し当て部材を前記所定の部位側へ押しつけるためのワイヤと、そのワイヤを自在に案内するチューブと、そのチューブの一部分を支持する支持部材と、前記チューブにより案内されたワイヤが連結され、そのワイヤを巻取るためのワイヤ巻き取り手段とを備えたことを特徴とする力覚呈示装置。

【請求項2】 押し当て部材、支持部材、ワイヤ及びチューブが手袋の外側に取り付けられていることを特徴とする力覚呈示装置。

【請求項3】 ワイヤ巻き取り手段は、直流電動機により駆動され、呈示しようとする力覚の量に比例した電流を前記直流電動機に流すことを特徴とする請求項1又は2記載の力覚呈示装置。

【請求項4】 押し当て部材と前記手袋の面との間にそこにかかる圧力を検出するための圧力検出手段が設けられ、前記ワイヤ巻き取り手段は、呈示しようとする力覚と前記圧力検出手段による力の検出値との差に基づいて、駆動されることを特徴とする請求項1記載の力覚呈示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、計算機内部にあるデータとしての仮想物体を、操作者にあたかも存在するように感じさせて、製品の使い勝手などを事前に体験することができる技術、あるいは、遠方などにある対象物体を、操作者があたかも手元にあるように感じながら操作できる技術等に応用可能な力覚呈示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図6は手や指よりの入力方法および画像表示装置による擬似体験装置の構成を示す図である。これは実際には存在していない物体を手指により操作してその使い勝手などを事前に体験するものである。すなわち、操作者20は、手指の位置データを機械が読み取れるように、情報入力用のシステム手袋10を装着する。情報入力用のシステム手袋10としては、米国V. P. L. Research社（以下、VPL社と称する）のデータグローブなどがある。VPL社のデータグローブは、通常の薄手の手袋に光ファイバを縫いつけて、手指を曲げることで、光ファイバが曲がって光ファイバの光透過度が変化するを利用して、手指の曲げ角度を検出するものである。このようにして得られた手指の機械的な位置データは、接触計算手段12に送られる。接触計算手段12では、仮想物体形状データ15と手指の位置を計算して手指と物体との位置関係を計算する。例えば手指が仮想物体の表面あるいは表面より微小に内部にある時には、仮想物体を触っているときであり、触る面が2箇所以上あ

2

るときには、仮想物体を持ち上げるなど操作することも可能である。このようにして得られた仮想物体と手指の位置関係は、画像作成手段13を通じて表示手段14で画像として表示され、操作者20に自分の手指と仮想物体との位置関係を知らしめることができる。このようにして、操作者20は仮想物体を手指で操作することが実現できる。

【0003】 このような光ファイバによる位置検出方法は、操作者20手指および腕の動きを拘束する部分が少なく、広範囲な手指の位置情報を提供できるものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、手指の位置情報を検出して仮想物体を操作する場合、操作者は手指の仮想物体に対する位置関係を表示手段から確認する必要がある、人間が一般的に物体を操作するときに使っている力感覚（力覚）を用いることができない。このため、操作者にとっては、仮想物体があたかも存在しているように感じることは困難であった。

【0005】 他方、力覚を呈示する手段として現在提案されているものは、マスターマニピュレータを操作者に持たせて、マニピュレータを力制御する方法がいくつか提案されている（岩田ほか：「力感覚に対応した人工現実感—多次元力感覚帰還装置の開発」第5回ヒューマンインターフェースシンポジウム、1989）。また、佐藤らは、空間に糸を張り、糸の交点を操作させ、糸の張力で力覚を与える方法を提案している（佐藤ほか：「仮想作業空間のためのインターフェース・デバイス—SPIDAR—」信学技法、PRU-88、1989）。しかしながら、いずれも大がかりな装置になってしまうか、あるいは自由度が少なくなってしまうなどの課題がある。

【0006】 本発明は、この様な従来の技術の課題を考慮し、力覚を感じることが出来、しかもコンパクトな装置となる力覚呈示装置および力覚制御方法を提供することを目的とするものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、柔軟な手袋の所定の面に押し当てられる押し当て部材と、この押し当て部材に接続され、その押し当て部材を手指の側へ押しつけるためのワイヤと、そのワイヤを自在に案内するチューブと、そのチューブの一部分を支持する支持部材と、チューブにより案内されたワイヤが連結され、そのワイヤを巻取るためのワイヤ巻き取り手段とを備えた力覚呈示装置である。

【0008】 また、巻き取り手段の巻き取りトルクを任意の値に制御できる手段を設ける。具体的には、1つめは、手指を引っ張るワイヤ張力が、与えようとする力覚に等しくなるよう制御するものであり、2つめは、手指にかかる力が、与えようとする力覚に等しくなるように

(3)

3

制御するものである。

【0009】

【作用】巻き取り手段により巻取られるワイヤはチューブによる案内を経由して、手指の腹の面の押し当て部材を引っ張ることにより、手指は引っ張られる。これにより手指の腹は仮想物体を押していることによる反力を感じることができる。

【0010】また、巻き取り手段の巻き取りトルクを所望の値に制御することにより、ワイヤを介して、手指の腹の部分に与える反力を所望の値に制御することができる。

【0011】また、手指を引っ張る部材と手指の腹の間の力の検出手段から得られる力覚量と与えようとする力覚量との差に基づいてワイヤが引っ張られることにより、手指の腹の部分に与える反力を任意の値に制御することができる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0013】図1は、本発明の第1の発明である力覚呈示装置の一実施例を示す正面図である。この正面図では、手指との関連が理解し易いように、手袋6の部分を透明なものとして破線で描いている。すなわち、手指の表面には破線のように実際の手袋6があり、その上に図に示した各部材が搭載されているものである。この実施例では、原理をより明確化するために、ひとさし指の第1関節の部分のみで実施した例を示している。他の指、あるいは他の関節であっても同様のことが可能である。そこで、ひとさし指の腹の部分に接触させるための押し当て部材1を設け、その押し当て部材1は指の腹に対してほぼ直交方向に押し付けることができるようワイヤ2で引っ張られるようになっている。ワイヤ2は、チューブ3の内部を通して手袋6の表面を手の甲に沿って案内され、取り付け具材7を経由したのち手袋6から分離して、電動機5の方に案内される。電動機5は、チューブ3からワイヤ2を取り出し、巻き取るものである。また、支持部材4はチューブ3を手袋6に固定するとともに押し当て部材1を指の腹に押し当てる際の支持を行うものである。巻き取り用の電動機5にワイヤ2を巻き取らせるためには手袋6側と同様に、チューブ3を固定する支持部材が必要である（図示省略）。なお、チューブ3の材質としてはフッ素樹脂のような柔軟で低摩擦のものが適切である。

【0014】図2は、本発明による力覚制御方法を実施するための回路の一構成例を示すブロック図である。物体形状データおよび手の位置データをもとに計算機内部で計算をおこなう力覚設定手段18より決定された目標力覚値は力覚制御回路17に入力される。力覚制御回路17では、演算増幅回路51と抵抗52により、電圧電流変換回路を構成し、巻き取り用電動機5を一定電流で

4

駆動する。巻き取り用電動機5は直流電動機であるので、電流に比例したトルクが発生し、一定トルクでワイヤ2を引っ張ることができ、手指の腹に一定の力覚を与えることができる。

【0015】図3は、本発明の第1の発明である力覚呈示装置の第2実施例を示す正面図である。この正面図も、手指との関連が理解し易いように、手袋6の部分を透明なものとして破線で描いている。この実施例でも、原理をより明確化するために、ひとさし指の第1関節の部分のみで実施した例を示している。押し当て部材1をワイヤ2で引っ張るところは図1の場合と同じである。図3では、押し当て部材1と手袋6の間に圧力検出器8を取り付け、指の腹に当たる圧力を直接検出できるようにする。圧力検出器8としては、例えば感圧導電ゴムなどが可能である。感圧導電ゴムは圧力を加えると抵抗値が著しく低下するものである。圧力検出器8の情報は、図4に示す力覚制御回路17に送られ、巻き取り用の電動機5を駆動することにより力覚呈示の制御が実現する。

【0016】図4は、本発明による力覚制御方法を実施する回路の第2実施例を示す構成ブロック図である。図2で説明したのと同様に物体形状データおよび手の位置データをもとに計算機内部で計算をおこなう力覚設定手段18より決定された目標力覚値は力覚制御回路17に入力される。力覚制御回路17では、演算増幅回路53と抵抗54により、制御回路を構成している。圧力検出器8の検出結果が設定力覚よりも大きい力の場合、圧力検出器8の両端の抵抗値は小さくなり、演算増幅器53の反転入力端子の電圧は上昇する。この結果、演算増幅回路53の出力は低下する。その結果、巻き取り用の電動機5の駆動電圧は低下し、巻き取りトルクが減少する。従って押し付け部材1を引っ張る力も低下し、圧力検出器8の検出圧力も低下する。逆に圧力検出器8の検出圧力が設定力覚より小さい場合には、この逆の原理により、巻き取り用電動機5の巻き取りトルクを増加せしめる。この結果、巻き取り用電動機5の巻き取りトルクは圧力検出器8の検出圧力と力覚設定手段18の設定力覚とが等しくなるところで平衡する。なお、この力覚制御回路では、制御回路の安定性、高速応答性を改善するためのPID演算などの補償演算回路は省略している。

【0017】図6は、図1および図3の実施例における、指の腹に対して接触する押し付け部材1の構成例を示す斜視図である。それら実施例における押し付け部材1は指輪状の形状であり、紙面を基準として左手前が指の爪側であり、右奥側が指の付け根側である。図6に示すように天秤の皿状の部分(a)が手指の腹を押し付ける部分に相当する。また、上部(b)の部分にワイヤ2を取り付けて引っ張ることにより(a)の部分の指の腹に押し当てることができる。また、図3での例に対応させるには、(a)の部分に圧力検出器8を搭載すればよ

(4)

5

い。圧力検出器8が感圧導電ゴムの場合には、押し付け部材1と圧力検出器の間に1対の櫛の目形の対抗電極を設け、電極間の抵抗を計測することにより圧力を検出することが可能である。

【0018】なお、本発明の押し当て部材が押し当てられる手袋の面は、上記実施例に限らず、他の面でもかまわない。

【0019】また、ワイヤ巻き取り手段は、上記モータに限らず、他の駆動手段でもかまわない。

【0020】また、本発明では、手指に対して操作感を与えるシステムでの例を示しているが、本発明は、手指のみならず、腕、足などにも適用することが可能であることは言うまでもない。

【0021】なお、本発明の実施例では、手指の曲げの検出については特に言及しなかったが、本発明の方法では、手指の曲げの検出については、前述したような光ファイバーなどを用いるなど既に知られている方法あるいは製品となっている手袋を用いることができる。しかも、本発明の場合には、そのような手袋などにも容易に取り付けることが可能であり、本発明は曲げ検出部分の構成を限定せず、種々の検出部分に適用することができ、その使用範囲も広い。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、仮想物体を把持している場合などの力覚を比較的簡単な方法で精度よく呈示することができ、物体を実際に作ることなくその操作感覚を調べることや、遠方あるいは人間の手の届かないところでの物体の遠隔操作を簡単に実現することができるものである。

【0023】特に本発明では、手先部分を軽量とすることが可能であるので、手に対する負担を低減できるとい

6

う効果を有している。

【0024】また、力覚呈示部分を手袋に装着することができ、かつ、ワイヤの巻取り部分を操作者の腰などに取り付けておき、電池により電動機を駆動することも可能であるので、操作者にとってワイヤと計算機との機械的な接続が必要でなくなり、ワイヤを意識することなく操作ができるので、さらに臨場感を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の力覚呈示装置の第一の実施例のうち手指部分の構成を示す正面図である。

【図2】本発明の力覚呈示装置の第一の実施例の制御回路の構成図である。

【図3】本発明の力覚呈示装置の第二の実施例の手指部分の構成を示す正面図である。

【図4】本発明の力覚呈示装置の第二の実施例の制御回路の構成図である。

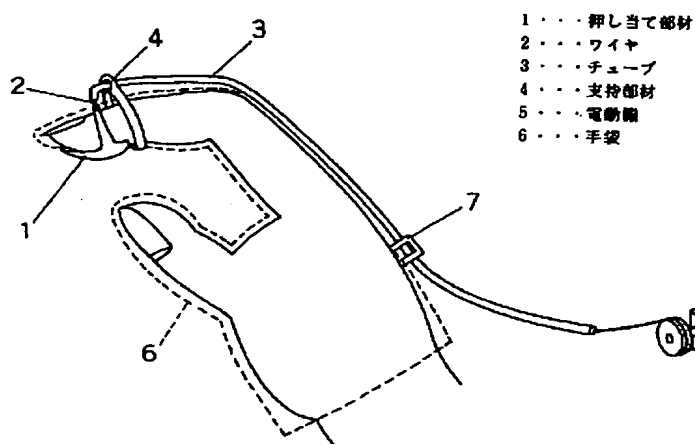
【図5】本発明の力覚呈示装置の一実施例における押し付け部材の構成例を示す斜視図である。

20 【図6】従来の擬似体験装置の構成図である。

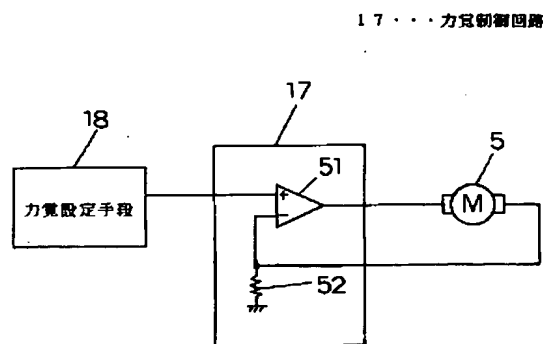
【符号の説明】

- 1・・・押し当て部材
- 2・・・ワイヤ
- 3・・・チューブ
- 4・・・支持部材
- 5・・・電動機
- 6・・・手袋
- 8・・・圧力検出器
- 12・・・接触計算手段
- 30 17・・・力覚制御回路
- 18・・・力覚設定手段

【図1】

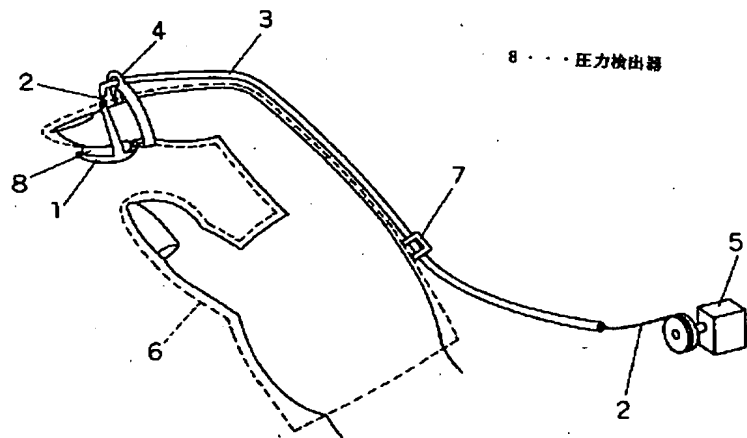


【図2】

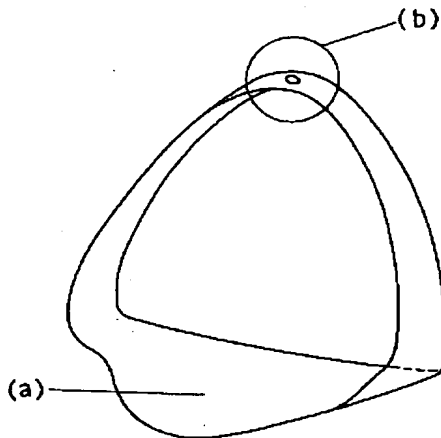


(5)

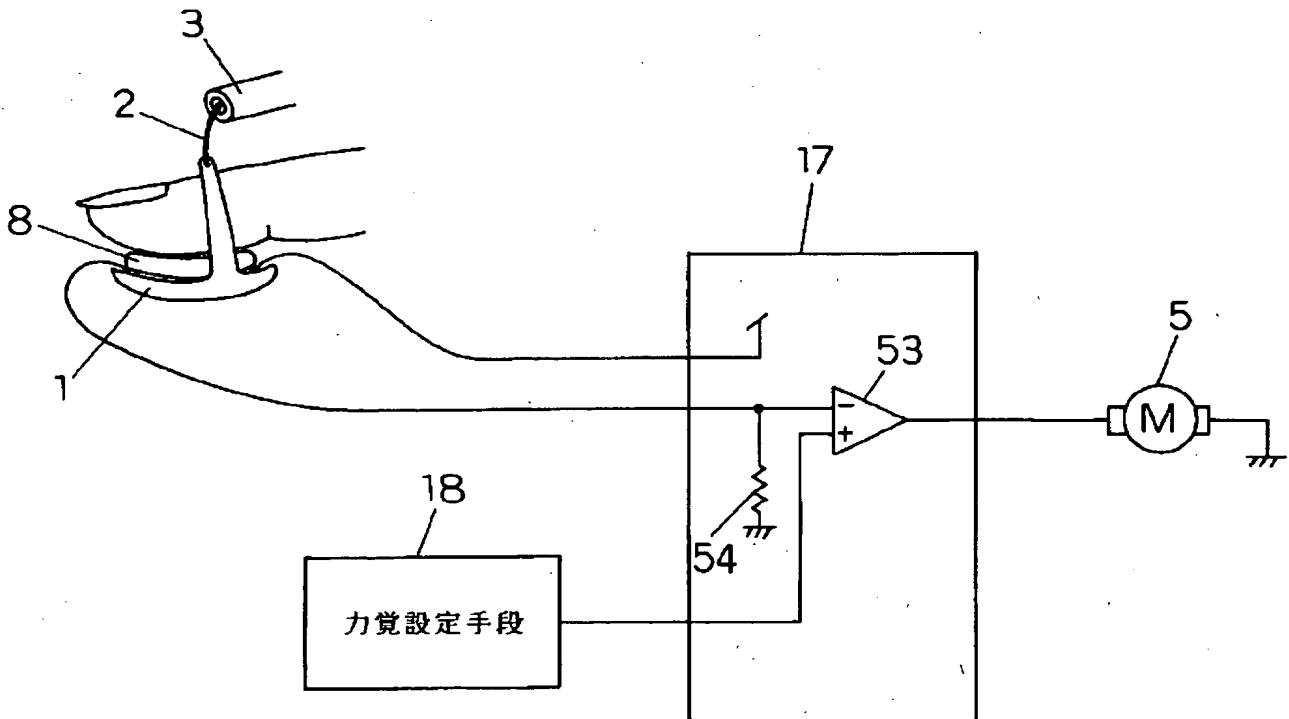
【図3】



【図5】

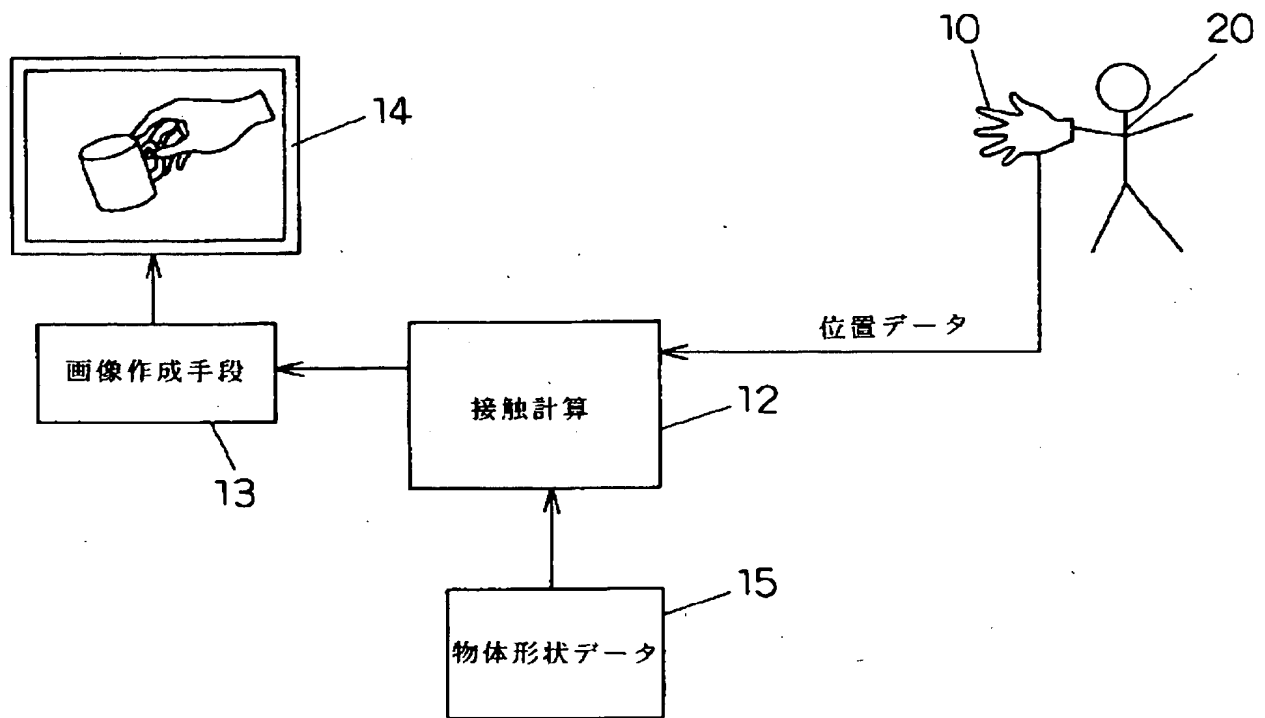


【図4】



(6)

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 義照  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
 産業株式会社内